

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

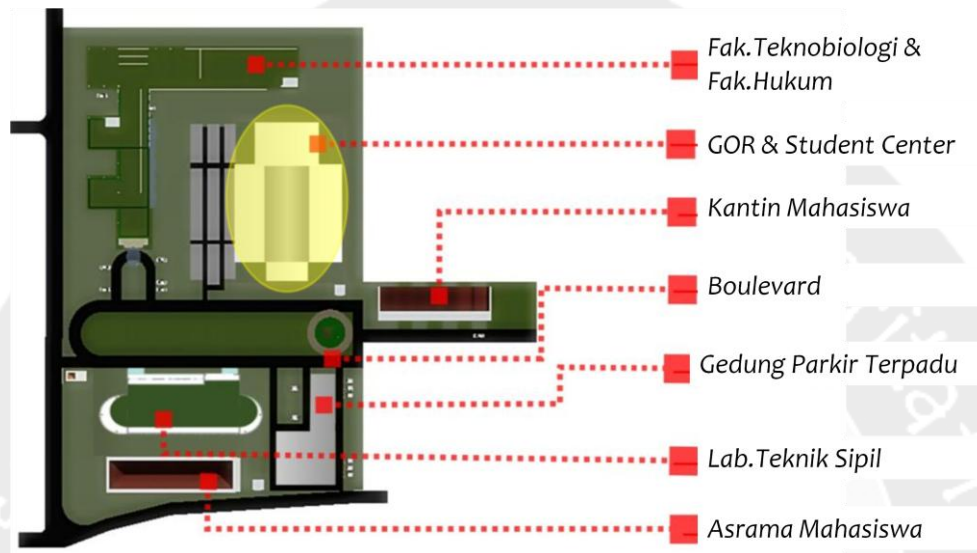
3.1. Deskripsi Objek Studi

3.1.1. Desain kampus Kledokan, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) yaitu lembaga pendidikan tinggi swasta Katolik didirikan pada tanggal 27 september 1965 dan terletak di Yogyakarta. Terdiri dari dua lokasi utama yaitu Gedung 1 berada di Jl. Demangan Baru 28, Caturtunggal, Depok, Yogyakarta dan Gedung 2, 3, serta 4 berada di Jl. Babarsari 44 Yogyakarta. Di tahun 2015 UAJY akan memasuki umur satu windu (50 tahun). Untuk menyambut peristiwa ini, berbagai pembenahan-pembenahan telah dilakukan diberbagai aspek, salah satunya yaitu dengan menambahkan beberapa fasilitas-fasilitas pendukung perkuliahan di area kampus. Desain kompleks kampus UAJY di Kledokan merupakan salah satu wujud dari acara ini.

Desain kampus Kledokan terletak di Kledokan, Caturtunggal, Sleman, D.I.Y. Kompleks gedung ini terdiri dari beberapa fungsi dengan masing-masing massa bangunan diantaranya fakultas teknobiologi dan fakultas hukum, kantin dan asrama mahasiswa, lab teknik sipil dan juga

parkir, yang di desain dengan konsep ruang terbuka yang nantinya digunakan sebagai taman parkir *boulevard* dan hutan biologi.



Gambar 3.1: Rencana situasi kompleks kampus Kledokan

Sumber: Gambar pra-rencana proyek (2014)

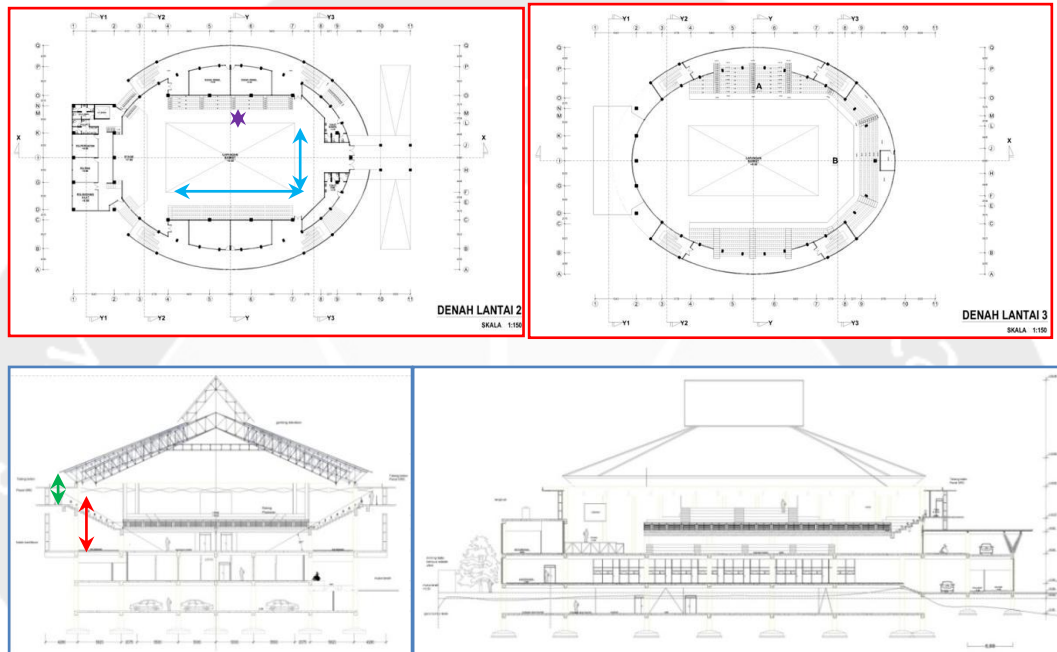
3.1.2. GOR dan *student center* UAJY

Ada beberapa massa bangunan yang terletak di kompleks kampus Kledokan, salah satunya yaitu gedung **GOR & Student Center** yang akan menjadi objek studi. Gedung ini berfungsi sebagai area olahraga. Selain itu juga digunakan untuk fungsi-fungsi pendukung lainnya seperti tempat wisuda dan juga acara-acara seperti resepsi pernikahan, pameran buku dll.

Bangunan GOR dan *Student Center* ini terdiri dari 4 lantai (lihat lampiran 1) yaitu lantai *basement*, lantai 1 (digunakan sebagai kantor dan

ruang ganti), lantai 3 dan lantai 4 sebagai area lapangan dan tribun (GOR).

Berikut yaitu denah dan potongan dari lantai yang diteliti:



Gambar 3.2: Denah dan potongan GOR dan *Student center*UAJY

Sumber: DED proyek (2014)

Dari keempat lantai ini, maka yang menjadi fokus studi yaitu lantai 2 dan 3. Hal ini terutama karena pada kedua lantai ini terdapat aktivitas utama dari gedung. Terdapat dua bagian utama yaitu tribun dan lapangan. Ketinggian tribun dari lapangan yaitu 6 m (garis merah), dengan kemiringan 30° . Tinggi tribun atas ke langit-langit terdekat yaitu 2,76 m (garis hijau). Ukuran lapangan sebesar 26 m x 14 m (garis biru), dengan jarak dari sisi luar lapangan ke sisi tribun bawah (garis jingga), sebesar 2,765 m (lihat gambar 3.2).

3.2. Alat Yang Digunakan

Ada beberapa alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu perangkat keras (komputer) dan perangkat lunak (*Google SketchUp 8* dan *CFD-ACE+2004*). Tabel 3.1 dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari masing-masing alat bantu penelitian:

Tabel 3.1: Alat bantu penelitian

Alat bantu	Versi	Pengembang	Keuntungan	Kegunaan dalam penelitian
Komputer	<i>Windows 7 profesional</i> <i>Processor: Intel (R) Core (TM)i7-3770 CPU @3,40 GHz</i> <i>RAM: 3,40</i> <i>System type: 32-bit Operating system</i>	<i>Copyright © Microsoft Corporation</i>	Memiliki kecepatan & ketelitian yang tinggi dalam mengerjakan fungsinya, Dapat menyimpan dan mengolah data dalam jumlah besar, Dapat melakukan pekerjaan berdasarkan kondisi yang kita inginkan, dll	Sebagai perangkat keras (media) yang memungkinkan proses pemodelan dan simulasi dapat berjalan.
<i>Google SketchUp 8</i>	Bisa untuk versi 32-bit atau 64-bit (Windows).	Dikembangkan oleh @ <i>last software</i> di Boulder, Colorado. Dirilis pertama pada tahun 2000	Proses modeling yang lebih cepat (dibandingkan dengan <i>software</i> 3D lainnya) dan dapat diekport ke beragam jenis tipe file, diantaranya <i>3ds, dwg, dxf</i> , dll.	Untuk membuat modeling 3D

Lanjutan tabel 3.1

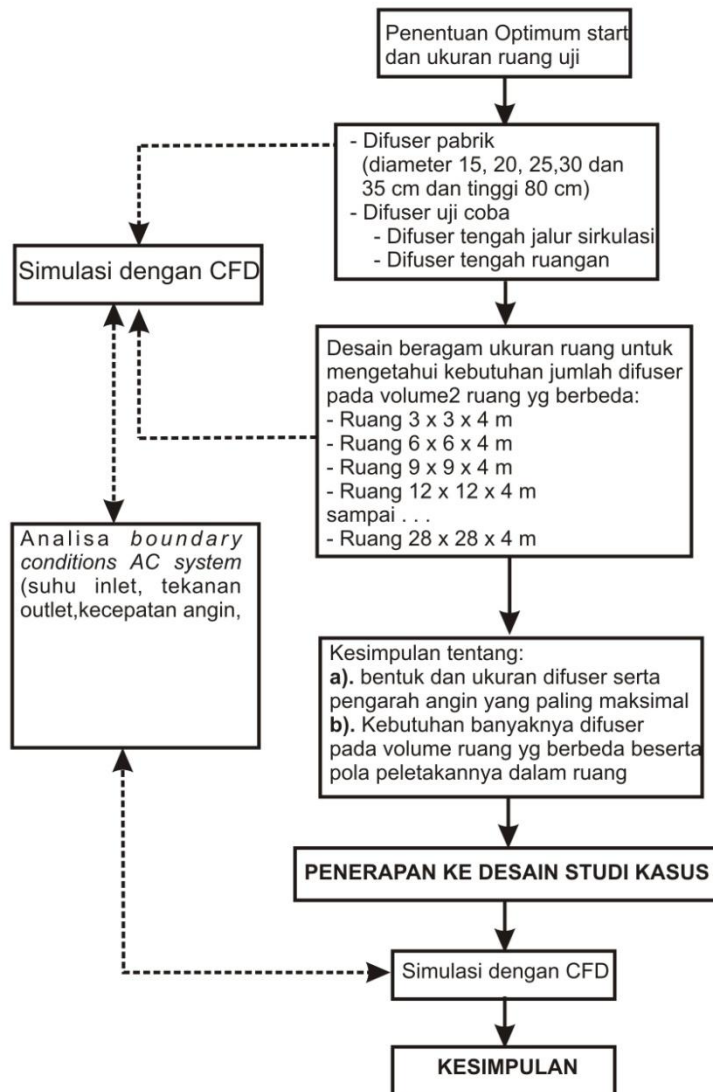
<i>CFD-ACE+2004</i>	<i>Copyright by ESI-Groups All rights reserved. Published 2004. Dapat dioperasikan pada komputer 32 dan 64 bit</i>	<i>Spatial Corp Copyright© 1989-2004 All rights reserved</i>	Efisiensi yang tinggi, pengetahuan yang mendalam, pengambilan keputusan.	Untuk melakukan simulasi terkait pergerakan aliran udara beserta suhu ruangan
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Sumber: Analisis pribadi (2014)

3.3. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian dimulai dari mempelajari desain dan studi literatur tentang *displacement AC* dan *software CFD ACE*. Setelah itu menentukan nilai *optimum start* dan ukuran ruang uji. Simulasi yang **pertama** dilakukan yaitu simulasi terhadap ukuran *diffuser* pabrik untuk mengetahui ukuran *diffuser* yang akan digunakan untuk menyejukan ruangan dengan pengguna sejumlah 20 orang di ruangan dengan ukuran 3 m x 3 m x 4 m dalam waktu tertentu (*optimum start*). Simulasi yang **kedua** dilakukan terhadap *diffuser* uji coba. Hal ini untuk mengetahui efek dari *diffuser* uji coba terhadap waktu dan sebaran penyejukan serta kenyamanan pengguna. Simulasi yang **ketiga** dilakukan terhadap beragam ruang model uji sederhana, mulai dari 3 m x 3 m x 4 m dan kelipatannya sampai pada 28 m x 28 m x 4 m. Hal ini untuk mengetahui jumlah kebutuhan *diffuser* yang dibutuhkan dalam ruang-ruang tersebut untuk mencapai suhu yang nyaman. Selanjutnya yaitu simulasi **keempat** untuk mengetahui pola peletakan

diffuser yang paling efisien dalam ruang-ruang sederhana tersebut di atas dalam hubungan dengan waktu dan sebaran penyejukan. Secara singkat, langkah-langkah penelitian dijabarkan dalam bagan dibawah ini:



3.4. Parameter Simulasi

Pada proses simulasi di *CFD-ACE+*, ada beberapa parameter simulasi yang dipakai untuk setiap variabel dan model penelitian, diantaranya pengaturan parameter pada *problem type*, *model option*, *boundary conditions*, *initial conditions*, dan *solver control*. Temperatur referensi yang dipakai yaitu 25°C (bandingkan Feriadi dan penemuan lainnya pada tabel 2.1) dengan suhu nyaman yang dikehendaki berada pada rentang 25°C < T < 26°C. Nilai *Thermal expansion* diperoleh dengan rumus; 1/derajat temperatur referensi sehingga diperoleh nilai 0,04. Suhu *Initial Condition* atau kondisi suhu ruang sebelum diletakan AC yaitu 30°C dengan turbulensi pada *kinetic energy* 8,2 m²/s dan *dissipation rate* yaitu 2,2 m²/s. Tabel dibawah ini menjelaskan masing-masing parameter di atas:

Tabel 3.2: Parameter simulasi CFD

No	Variabel Simulasi CFD		Nilai
1.	PT (<i>Problem Type</i>)	Flow	—
		Heat transfer	
		Turbulence	
2.	MO (<i>Model Option</i>)	Flow Pressure	100000 Pa
		Turbulence Model	K Epsilon, 0.9
		Time dependance	Transient
		Gravitasi	-9,8 (kearah sumbu Z)
		Temperatur referensi	25°C
		Thermal expansion	0,04
3.	VO (<i>Volume Condition</i>)	Fluid Type	Gas
		Fluid Viscosity	Mu = 1,846E-005 kg/m-s
		Specific Heat	Cp = 1007 J/kg dgr C
		Thermal Conductivity	K = 0.0263 W/ m – dgr C

Lanjutan tabel3.2: Parameter simulasi CFD

4.	BC (<i>Boundary Conditions</i>)	<i>Heat flux</i> lapangan		258 W/m ²
		Kecepatan udara inlet		0,38 m/detik
		Temperatur udara inlet		17,2°C
		<i>Pressure outlet</i>		100000 Pa
5.	IC (<i>Initial Conditions</i>)	Temperatur ruang sebelum penyejukan		30 ⁰ C
		<i>Kinetyc energy</i>		8,2 m ² /s ²
		<i>Dissipation rate</i>		2,2 m ² /s ³
6.	SC (<i>Solver Control</i>)	Maksimal iterasi	Model uji diffuser	250 dan 300
			Studi kasus	1500
		<i>Convergence criteria</i>		0,001
		Minimal residual		0,0001
		<i>Spatial differencing</i>		Semuanya <i>upwind</i>
		Solver	<i>Velocity: CGS+pre</i>	<i>Sweeps: 50, criterion:0,0001</i>
			<i>P correction: AMG</i>	<i>Sweeps: 50, criterion:0,1</i>
			<i>Enthalpy: AMG</i>	<i>Sweeps: 50, criterion:0,1</i>
			<i>Turbulence: CGS+pre</i>	<i>Sweeps: 50, criterion:0,0001</i>
		Relax		Semuanya ditarik rata kanan
		Adv: Dicontang (√) pada		<i>Flow: CFL relaxation</i>
				<i>Heat transfer: viscous dissipation</i>
				<i>Turbulence: CFL relaxation</i>

Sumber: CFD ACE+ 2004

3.4.1. Variabel-variabel penelitian

Untuk memudahkan dalam melakukan penelitian maka diberikan batasan-batasan penelitian berupa variabel-variabel, baik tetap maupun tidak tetap. Berikut yaitu variabel-variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 3.3: Jenis-jenis variabel

Jenis variabel	No	Faktor		Parameter	Kegunaan
Tetap	1.	Letak <i>diffuser</i>		Lapangan	
	2.	Bentuk <i>diffuser</i>		Lingkaran	
	3.	Pola penataan <i>diffuser</i>		Grid	
	4.	<i>Supply</i> udara		17,2° C	
	5.	Kecepatan udara		0,38 m/s	
	6.	Tinggi plafon ruang uji		4 m	
Tidak tetap	1.	Ukuran <i>diffuser</i>		Ø15 – t80, Ø20 – t80, Ø25 – t80.	Untuk mengetahui ukuran yang paling optimal dalam waktu penyejukan.
	2.	Ukuran & jarak sayap pengarah angin <i>diffuser</i>	<i>Diffuser</i> tengah jalur sirkulasi	Ukuran sayap pengarah angin: 5 dan 12 cm. Jumlah sayap, 8 dan 4	Untuk mengetahui pengaruh masing-masing bentuk pengarah angin terhadap pergerakan udara ruang.
			<i>Diffuser</i> tengah ruangan	Diameter pengarah 0,3 dan 0,34. Tinggi 2,5 dan 22 cm. Jumlah 2 dan 11 buah	
	3.	Jumlah <i>diffuser</i>		<i>Trial and error</i>	Untuk mengetahui jumlah kebutuhan <i>diffuser</i> dalam beragam ukuran ruang
	6.	Panjang dan lebar ruang uji		3 m x 3 m dan kelipatannya (6 m x 6 m, sampai 28 m x 28 m)	Untuk mengetahui kebutuhan jumlah <i>diffuser</i> dalam ruangan-ruangan uji dan pola peletakkannya dalam ruangan.

Sumber: Analisis pribadi (2014)

3.4.2. Perhitungan sumber panas ruang

Sumber panas dalam ruang (lapangan) hanya diambil dari aktivitas manusia (tanpa memperhitungkan sumber panas dari peralatan, lampu, serta sumber panas dari luar ruangan). Berikut merupakan rumus untuk perhitungan panas dalam ruangan:

$$\frac{M \times A \times N}{S}$$

Ket:

M = Jumlah orang keseluruhan

A = Luas kulit satu orang dengan berat 70 kg (1,7 m²)

N = Koefisien panas yang dikeluarkan manusia per aktivitas dalam 1 m² (W/m²)

S = Luas permukaan ruang

Disebabkan penyejukan yang diinginkan dalam penelitian ini hanya difokuskan pada area lapangan, maka sumber panas pada tribun tidak diikutsertakan dalam perhitungan. Diketahui luas lapangan yaitu 766 m². Berdasarkan data antropometri Indonesia (lihat lampiran 3) jika memakai kursi standar (lebar sisi bahu kursi sebesar 52,51 cm) dengan panjang lutut (jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian depan lutut kaki kanan) sebesar 52,12 cm. Kedua ukuran ini dipakai sebagai ukuran

ruang gerak per orang ($0,2756 \text{ m}^2$). Jumlah orang yang menempati lapangan didapat dari luas lapangan (766) dibagi ruang gerak per orang ($0,2756$) dikali sirkulasi 40 %, maka hasilnya yaitu 1667 orang. Koefisien panas yang dikeluarkan oleh pengguna melakukan aktivitas biasa (duduk, berdiri, kantor, rumah tangga, sekolah, lab) yaitu 70 W/m^2 dengan luas kulit satu orang dengan berat 70 kg yaitu $1,7 \text{ m}^2$. Maka perhitungan untuk panas yang dikeluarkan oleh semua orang dalam lapangan yaitu $1667 \times 1,7 \times 70 : 766 = 258 \text{ W/m}^2$.

3.4.3. Perhitungan nilai *optimum start*

Nilai *optimum start* berguna ketika akan dilakukan pengujian terhadap waktu penyejukan yang ingin dicapai dalam ruangan. Nilai ini akan digunakan sebagai patokan bagi peneliti dalam menentukan waktu penyejukan yang ingin dicapai dalam suatu ruangan. Hal ini akan berguna pada saat penyalaan AC sebelum ruangan digunakan. Proses perhitungannya yaitu sebagai berikut:

Diandaikan *student center* dipakai pada jam 7.30 – 16.00. Nilai *Cooling factory* yang digunakan yaitu default 5 menit/ $^{\circ}\text{C}$ dengan suhu sebelum penyejukan yaitu 30°C dan suhu yang ingin dicapai yaitu 25°C .

$$\text{Maka, } Os = (Ts \times Tn) \times Cf$$

$$Os = (30-25) \times 5$$

$$= 25$$

Maka nilai *optimum start* terjadi pada pkl. 6:55 AM (35 menit sebelum ruang digunakan).

3.4.4. Penentuan ruang uji sederhana

Berdasarkan tujuannya, ada dua macam proses simulasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini. **Pertama**, simulasi untuk mengetahui kemampuan satu buah *diffuser* untuk menyejukan ruangan dalam waktu 35 menit dengan jumlah pengguna ruang sebanyak 20 orang. Untuk itu, maka besaran ruang yang digunakan yaitu 3m x 3m (perhitungan untuk mengetahui kapasitas orang dalam ruangan terlampir dalam lampiran 4). Selain itu ketinggian plafon 4 m ditetapkan sebagai variabel tetap karena *displacement AC* hanya dapat bekerja secara efektif pada ruang dengan ketinggian plafon lebih dari tiga meter.

Proses simulasi yang **kedua** yaitu untuk mengetahui kebutuhan banyaknya jumlah *diffuser* untuk beragam ukuran ruang mulai dari 3m x 3m x 4m dan kelipatannya sampai pada 28m x 28m x 4m. Tabel dibawah ini menunjukkan ruang-ruang uji yang akan disimulasi dalam proses ini:

Tabel 3.4: Ruang-ruang uji sederhana

No	Ruang uji(p x l x t) (m)
1.	3 x 3 x 4
2.	6 x 6 x 4
3.	9 x 9 x 4
4.	12 x 12 x 4
5.	15 x 15 x 4
6.	18 x 18 x 4
7.	21 x 21 x 4
8.	25 x 25 x 4
9.	27 x 27 x 4
10.	28 x 28 x 4

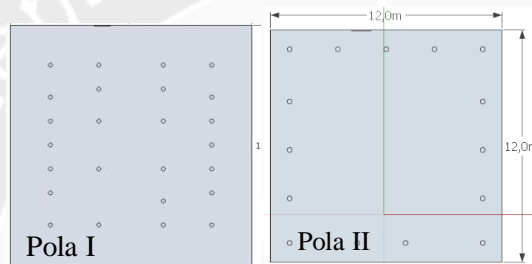
Sumber: Analisis pribadi (2014)

NB: Ruang uji 27m x 27m x 4m tidak termasuk dalam kelipatan 3m x 3m x 4m tetapi disertakan dalam pengujian karena memiliki luas yang sama dengan luas lapangan *student center*. Sehingga hasil dari simulasi di ukuran ini dapat diterapkan pada *student center*.

Setelah mengetahui jumlah *diffuser* yang dibutuhkan untuk menyejukan ruang-ruang di atas, maka pengujian selanjutnya yaitu untuk mengetahui pengaruh pengurangan satu buah *diffuser* ke dalam ruang uji berikut nilai persentase pengurangannya. Maksud dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui seberapa efektif pengurangan satu buah *diffuser* di dalam ruangan dan berapa persentase pengurangannya.

3.4.5. Pola peletakan *diffuser*

Ada dua jenis pola peletakan *diffuser* yang akan diuji diantaranya pola grid memusat hanya dalam satu garis (pola I) dan pola grid menyebar (pola II). Proses pengujian dilakukan terhadap semua model uji sederhana di atas (tabel 3.4) dengan jumlah *diffuser* yang sama.



Gambar 3.3: Contoh pola peletakan *diffuser*

3.5. Metode Penarikan Kesimpulan

Pada penelitian ini, hasil simulasi di CFD akan memunculkan suhu dan kecepatan udara ruang dalam bentuk gambar dan angka. Untuk menemukan rata-rata suhu dan kecepatan udara ruang, maka dipakai titik pengamatan yang disebar secara acak dan merata dalam ruangan. Semua hasil angka di titik-titik simulasi tersebut kemudian ditabulasi untuk menemukan rata-rata suhu dan kecepatan udara dalam ruangan. Selain itu, jumlah kebutuhan *diffuser* yang dibutuhkan dalam volume ruang yang berbeda diperoleh dari simulasi dengan sistem *trial and errors* sampai mencapai suhu ruang yang nyaman secara termal. Sementara itu, pola peletakan *diffuser* dalam ruangan disimpulkan berdasarkan simulasi terhadap dua

pola peletakan *diffuser* yang berbeda. Pola yang paling cepat waktu dan sebaran penyejukannya yang akan dipakai sebagai pegangan dalam desain.

3.6. Jadwal Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama 5 (empat) bulan yang dibagi dalam beberapa kegiatan sebagai berikut:

Waktu Kegiatan	September				Oktober				November				Desember				Januari			
	m 1	m 2	m 3	m 4	m 1	m 2	m 3	m 4	m 1	m 2	m 3	m 4	m 1	m 2	m 3	m 4	m 1	m 2	m 3	m 4
Proposal																				
Analisis&simulasi																				
Penulisan																				
Kesimpulan																				

Keterangan:

- M1 : Minggu pertama dalam bulan
- M2 : Minggu kedua dalam bulan
- M3 : Minggu ketiga dalam bulan
- M4 : Minggu keempat dalam bulan